Santé et Bien-être social Canada
Health and Welfare Canada

Canada

# Imagerie par résonance magnétique

## Guide

88-03748/

RAPPORT DU SOUS-COMITÉ SUR LES GUIDES
RELATIFS AUX PROGRAMMES INSTITUTIONNELS

# GUIDE POUR L'ÉTABLISSEMENT DE NORMES RÉGISSANT LES SERVICES SPÉCIAUX DANS LES HÔPITAUX

# IMAGERIE PAR RÉSONANCE MAGNÉTIQUE

Direction des services de santé
Direction générale des services
et de la promotion de la santé

Publication autorisée par le
ministre de la Santé nationale et du
Bien-être social
1986

Also available in English under the title :
"Magnetic Resonance Imaging"

## REMARQUE

Les renseignements contenus dans ce guide sont considérés à jour au moment de leur approbation; toutefois, comme de nombreux aspects des soins de santé et de la technologie en matière de santé changent constamment, nous apprécierons toute suggestion visant à modifier ce guide. Tout renseignement portant sur des progrès ou des questions connexes doit être adressé à :

Le Secrétariat
Sous-comité sur les guides relatifs aux services institutionnels
Direction des services de santé
Direction générale des services et de la promotion de la santé
Santé et Bien-être social Canada
Ottawa (Ontario)
K1A 1B4

On peut obtenir d'autres exemplaires de ce guide, dans les deux langues officielles, à l'adresse ci-dessus.

©Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1987
N° de cat. H39-45/1987F
ISBN 0-662-94177-2

## TABLE DES MATIÈRES


| | | PAGE |
|---|---|---|
| **PRÉFACE** | | v |
| **LISTE DES PARTICIPANTS** | | ix |
| **INTRODUCTION** | | 1 |
| **NORMES** | | |
| 1. | Volume de travail et répartition des programmes | 3 |
| 2. | Rapports entre les programmes | 3 |
| 3. | Règles particulières | 4 |
| 4. | Personnel requis | 6 |
| 5. | Matériel D'IRM | 9 |
| 6. | Répartition de l'espace et caractéristiques spéciales du plan d'aménagement | 10 |
| **ANNEXES** | | |
| ANNEXE A | Spectroscopie par résonance magnétique nucléaire | 15 |
| ANNEXE B | Matériel d'imagerie par résonance magnétique nucléaire | 19 |
| ANNEXE C | Organisation administrative - Programmes et méthodes | 23 |
| ANNEXE D | Liste des guides relatifs aux programmes institutionnels | 27 |

## PRÉFACE

Les progrès de la technologie et les changements apportés à la prestation des soins de santé ont rendu nécessaire la publication d'un guide visant à faciliter la planification et l'application des programmes et des services institutionnels. Le présent guide fait partie d'une série de publications élaborées sous la direction du sous-comité sur les guides relatifs aux services institutionnels. Ces guides définissent logiquement les besoins d'un certain nombre d'unités de soins spéciaux, de services et de programmes dans les établissements qui dispensent des soins de santé (appelés ci-après services dans l'introduction).

En général, les guides sont fondés sur les renseignements, les connaissances, l'expérience, la recherche et l'opinion éclairée des professionnels et des organismes oeuvrant dans le domaine de la santé au Canada. Des organismes nationaux et internationaux de la santé et d'autres experts ayant des connaissances dans le domaine apportent également leur contribution. Cette méthode a permis à de nombreux Canadiens à travers le pays de participer à l'élaboration des guides et d'en arriver à un consensus à propos de l'approche proposée.

### Historique

Sous la direction du Comité consultatif fédéral-provincial des services en établissement et des services médicaux, le programme d'élaboration de guides est en application depuis 1972. Un sous-comité permanent du comité consultatif, le sous-comité sur les guides relatifs aux services institutionnels, composé des gouvernements fédéral et provinciaux et de représentants des professions, s'est vu accorder par le comité consultatif le mandat d'élaborer les guides.

Ces guides (1) sont rédigés par des groupes de travail formés d'experts et de spécialistes de la santé, dont certains représentent le gouvernement. Le sous-comité révise la version finale et la recommande au comité consultatif qui doit ensuite l'approuver.

**Objectif**

Ces guides ont pour but de définir précisément les besoins en matière de services dans les établissements de santé. Même si les directives s'appuient sur les connaissances et l'expérience d'experts qui en sont venus à un consensus, elles ne doivent pas être considérées comme des normes rigides. Les autorités provinciales en matière de santé peuvent modifier l'application de ces directives au besoin.

Lorsqu'on pense à établir un service, les directives devraient contribuer à déterminer le besoin d'un tel service, au niveau local, régional ou, dans certains cas, au niveau provincial ou même interprovincial.

En passant en revue les services déjà établis, on peut utiliser le guide pour détecter les lacunes et résoudre les problèmes sans que l'on soit pour autant dans l'obligation de créer de nouveaux services. Dans le cas où le service existe déjà, les directives permettront :

- d'identifier les problèmes ayant trait à l'administration, au personnel, à l'appareillage et aux autres installations;

- de déterminer les dispositions nécessaires à prendre pour corriger un problème; et

- d'établir les mesures qui doivent être prises en priorité en fonction des besoins cliniques, des réalités financières et du degré suivant lequel le service est déficient.

---

1. On trouvera une liste complète des Guides en Annexe B.

**Besoins futurs**

L'augmentation phénoménale du nombre de services de soins intensifs et de soins spéciaux dans les établissements de santé a nécessité de nouveaux établissements, d'autres appareils spécialisés et un plus grand nombre d'employés ayant reçu une formation poussée. De nouvelles approches de prestation des soins se sont également dessinées qui insistent sur la nécessité d'assurer un plan de soins plus structuré dans lequel l'admission à un établissement ne représente qu'un aspect du plan d'ensemble des soins. Il faut donc établir des liens dans toute la série de soins qui vont de la prévention des maladies aux soins chroniques. Avec l'arrivée de nouveaux traitements et de nouveaux procédés, il sera toujours nécessaire d'élaborer des directives pour aider ceux qui s'occupent de la planification et de l'application des services institutionnels.

**Révisions**

En raison des changements rapides dans le domaine de la prestation des soins de santé, le guide devra être mis à jour et révisé régulièrement. Il appartient au sous-comité sur les guides relatifs aux services institutionnels de planifier et de superviser ces révisions.

# LISTE DES PARTICIPANTS

Le sous-comité sur les guides relatifs aux services institutionnels, chargé d'établir les directives nouvelles et les mises à jour contenues dans le présent volume, était composé de :

Donald F. Moffat, président
Directeur, Division des services en établissement et des services professionnels
Direction des services de santé
Direction générale des services et de la promotion de la santé
Ministère de la Santé nationale et du Bien-être social
OTTAWA (Ontario)

William M. Allwood
Sous-ministre adjoint
Services assurés
Ministère de la Santé
FREDERICTON (Nouveau-Brunswick)

Murray Barber
Expert - conseil, Établissements de santé
Division de planification des établissements de santé
Direction des services de santé
Direction générale des services et de la promotion de la santé
Ministère de la Santé nationale et du Bien-être social
OTTAWA (Ontario)

Derek J. Beckley (a démissionné en septembre 1986)
Directeur
Direction de la planification des programmes
Services hospitaliers
Commission des services hospitaliers de l'Alberta
EDMONTON (Alberta)

Primrose Bishop
Expert-conseil en soins infirmiers
Division des services hospitaliers
Ministère de la Santé
ST. JOHN'S (Terre-Neuve)

Marcus Hollander
Directeur, Analyse des programmes
Division de soin continue
Ministère de la Santé
VICTORIA (Colombie britannique)

Dr Gordon A. Judge
Directeur médical et Directeur exécutif associé
St. Joseph's Hospital
HAMILTON (Ontario)

Phyllis MacDonald
Agent des normes
Division des installations urbaines de santé
Commission des services de santé du Manitoba
WINNIPEG (Manitoba)

David L. Martin
Conseiller en administration de la santé
Division des services en établissement et des services professionnels
Direction des services de santé
Direction générale des services et de la promotion de la santé
Ministère de la Santé nationale et du Bien-être social
OTTAWA (Ontario)

André Nolet
Conseiller en administration de la santé
Division des services en établissement
et des services professionnels
Direction des services de santé
Direction générale des services
et de la promotion de la santé
Ministère de la Santé nationale
et du Bien-être social
OTTAWA (Ontario)

Dr Robert Seaver
Conseiller principal en médecine
Division des établissements
Direction générale des opérations
en établissement
Ministère de la Santé
TORONTO (Ontario)

Janet Stow
Gestionnaire de projets
Division des services en établissement
et des services professionnels
Direction des services de santé
Direction générale des services
et de la promotion de la santé
Ministère de la Santé nationale
et du Bien-être social
OTTAWA (Ontario)

## GROUPE CONSULTATIF SUR LES SERVICES ET SYSTÈMES DE VISUALISATION DIAGNOSTIQUE

Le Groupe consultatif sur les services et systèmes de visualisation diagnostique relevait du Sous-comité sur les guides relatifs aux programmes institutionnels, et était chargé de diriger les travaux d'établissement de normes sur les services de visualisation diagnostique et de fournir des conseils au Sous-comité sur des questions relatives à ce genre de services. Le groupe était constitué d'experts dans tous les domaines de la visualisation diagnostique ainsi que d'experts d'autres domaines de spécialisation intéressés ou concernés. Voici une liste des membres :

David L. Martin (Président)
Expert-conseil de la technologie sanitaire
Division des services en établissement et
des services professionnels
Direction des services de santé
Direction générale des services et de la promotion
de la santé
Ministère de la Santé nationale et du Bien-être social
OTTAWA (Ontario)

Dr John Aldrich
Chef, Physique médicale
Cancer Treatment and Research Foundation
of Nova Scotia
HALIFAX (Nouvelle-Écosse)

Dr Michael J. Chamberlain
Chef, Médecine nucléaire
University Hospital
LONDON (Ontario)

M. Paul Dvorak
Chef, Section de radiologie
Bureau de la radioprotection et
des instruments médicaux
Direction générale de la protection de la santé
Ministère de la Santé nationale et du Bien-être social
OTTAWA (Ontario)

D[r] Raziel Gershater
Radiologiste en chef
North York General Hospital
WILLOWDALE (Ontario)
(depuis janvier 1986)

D[r] Edward A. Lyons
Professeur de radiologie et
directeur d'ultrasonogrphie diagnostique
Centre des sciences de la santé
WINNIPEG (Manitoba)

D[r] Jack H. Walters
Professeur
Obstétrique et gynécologie
Hôpital général d'Ottawa
OTTAWA (Ontario)

M. Gordon Ward
Directeur général
Section des programmes spéciaux
Direction générale de la planification
des programmes
Alberta Hospitals and Medical Care
EDMONTON (Alberta)

D[r] George Wortzman
Radiologie en chef
Mount Sinai Hospital
TORONTO, Ontario

D[r] Carl J. Zylak
Professeur et chef
Département de radiologie
McMaster University et
Chef de section - Radiologie
Chedoke-McMaster Hospitals
HAMILTON (Ontario)
(jusqu'en décembre 1985)

## GROUPE DE TRAVAIL SUR L'IMAGERIE PAR RÉSONANCE MAGNÉTIQUE NUCLÉAIRE

Le Guide relatif à l'imagerie par résonance magnétique nucléaire a été préparé à l'intention du groupe consultatif sur la visualisation diagnostique par un groupe de travail formé d'experts dans le domaine de la résonance magnétique nucléaire et de spécialistes d'autres domaines. Voici la liste des membres du groupe de travail :

David L. Martin (Président)
Expert-conseil de la technologie sanitaire
Division des services en établissement et des services professionnels
Direction des services de santé
Direction générale des services et de la promotion de la santé
Ministère de la Santé nationale et du Bien-être social
OTTAWA (Ontario)

Dr Michael Bronskill
Chercheur principal
Physics Division
Ontario Cancer Institute
TORONTO (Ontario)

Dr Albert Driedger
Chef, Département de médecine nucléaire
Victoria Hospital
LONDON (Ontario)

Dr Walter Kucharczyk
Radiologiste, Département de radiologie et chargé de cours
University of Toronto
Toronto General Hospital
TORONTO (Ontario)

Dr David Li
Professeur agrégé
Départment de radiologie
U.B.C. Health Sciences Centre
VANCOUVER (Colombie-Britannique)

Dr Donald Russell
Professeur et directeur intérimaire
Département de radiologie et de visualisation diagnostique
Mackenzie Health Sciences Centre
University of Alberta Hospitals
EDMONTON (Alberta)

Dr Maria Stuchly
Chercheur
Sous-section des micro-ondes et des radiofréquences
Section des rayonnements non ionisants
Bureau de la radioprotection et des instruments médicaux
Ministère de la Santé nationale et du Bien-être social
OTTAWA (Ontario)

# I INTRODUCTION

La résonance magnétique nucléaire (RMN) est une technique d'analyse employée en physique et en chimie qui fait appel à des champs magnétiques et à des émissions pulsées de radiofréquences. On l'emploie actuellement pour la visualisation non invasive des tissus de l'organisme. Les méthodes diagnostiques de RMN peuvent être réparties en deux catégories : l'imagerie par résonance magnétique (IRM) et la spectroscopie par résonance magnétique (SRM). Intimement liées, ces deux technologies ont le potentiel de faciliter considérablement le diagnostic et la surveillance d'un vaste éventail de maladies ou d'états morbides sans le recours à des rayonnements ionisants. Au cours des dernières années, l'IRM a évolué beaucoup plus que la spectroscopie sur le plan des applications cliniques, et c'est donc sur cette méthode que porte le présent guide. On trouvera dans l'annexe I une brève description de la SRM.

L'IRM fait appel à la propriété qu'ont certains noyaux atomiques, autours desquels gravitent un nombre impair de protons ou de neutrons ou des deux, de se comporter comme de petits aimants. Dans l'appareil de résonance magnétique nucléaire, une petite fraction de ces noyaux s'alignent sur une certaine période avec l'axe du champ magnétique. Pour qu'une image soit créée, il faut que des radiofréquences soient émises de façon répétée afin de perturber cet alignement magnétique. Des antennes sensibles détectent les signaux radioélectriques de faible énergie émis au cours du processus de réalignement. L'analyse par un ordinateur de ces signaux rend possible la synthèse d'images détaillées du corps. Ces images permettent une visualisation sans précédent de nombreux organes internes du corps et peuvent être réalisées dans n'importe quel plan. Grâce à des techniques spéciales, il est possible d'obtenir des renseignements sur la circulation sanguine et la composition chimique du sang.

D'autres applications verront peut-être le jour à mesure que des techniques et du matériel seront mis au point pour étudier la distribution d'autres substances que l'hydrogène.

L'IRM a eu un impact considérable sur le diagnostic de maladies du cerveau, de la colonne vertébrale et de la moelle épinière. L'IRM semble être supérieure à toutes les autres modalités (notamment la tomodensitométrie) pour la visualisation du cerveau et de la moelle épinière. Il existe également des applications prometteuses pour la plupart des autres régions de l'organisme, notamment le coeur, les grands vaisseaux et le bassin. Seuls quelques résultats d'essais cliniques prospectifs relatifs à ces applications ont cependant été publiés.

Il ne faudrait pas promouvoir l'IRM sans envisager le recours à d'autres méthodes moins coûteuses tout comme il faudrait éviter de trop en restreindre l'accessibilité dans le cas des malades qui en profiteraient réellement. Pour un problème clinique donné, il faut choisir la combinaison de méthodes qui permettra d'établir un diagnostic précis, tout en comportant le moins de risques possible pour le patient. Il y aurait lieu d'intégrer les installations d'IRM à des services de visualisation diagnostique dotés d'une gamme complète de modalités pour que cet objectif puisse être atteint de manière rationnelle.

On prévoit que les hôpitaux d'enseignement affiliés à des universités seront les premiers usagers des tomographes de RMN, et c'est donc à eux qu'il devrait incomber d'établir les critères en ce qui concerne l'IRM. L'expérience acquise permettra d'établir des lignes directrices applicables aux services d'IRM dans d'autres hôpitaux.

On trouvera dans les pages suivantes des recommandations au sujet de la dotation en personnel, de la répartition de l'espace et de l'évaluation des programmes. Comme la technologie évolue rapidement, il sera nécessaire de réviser fréquemment ces guides.

## II NORMES

### 1. VOLUME DE TRAVAIL ET RÉPARTITION DES PROGRAMMES

À l'heure actuelle, il est difficile de prévoir le volume de travail des services d'IRM, mais on s'attend à ce qu'il soit à peu près comparable à celui des services de tomodensitométrie. Les indications cliniques de cette technique n'ont pas été précisées pour tous les domaines, et les algorithmes diagnostiques ne font que commencer à intégrer l'IRM. Toute projection relative à l'utilisation devrait tenir compte :

1. des indications cliniques particulières de l'IRM définies et acceptées par les diverses spécialités médicales;

2. du fait que cette technique remplace partiellement d'autres modalités importantes comme les études tomodensitométriques de la tête et de la colonne vertébrale et les études des affections congénitales du coeur;

3. de la nécessité d'assurer un accès raisonnable aux installations d'IRM;

4. de la capacité d'exploitation des appareils d'IRM;

5. du nombre d'examens nécessaires par bassin de population;

6. de l'utilisation de l'unité à des fins de recherche.

### 2. RAPPORTS ENTRE LES PROGRAMMES

Le service d'IRM devrait être intégré à d'autres services de visualisation diagnostique. Il faudrait prévoir des mesures de sécurité supplémentaires en

raison du coût élevé du matériel d'IRM et des dommages éventuels qu'il pourrait subir. La durée de fonctionnement des appareils aura aussi une incidence sur les services de soutien des établissements.

## 3. RÈGLES PARTICULIÈRES

Étant donné le nombre restreint d'appareils d'IRM, il faudrait tenir compte du nombre d'usagers éventuels aux échelons local, régional ou provincial. Voici les règles proposées[1] :

3.1 Les appareils d'IRM devraient d'abord être installés dans les services qui ont un éventail complet d'équipement de visualisation diagnostique ainsi que des programmes agréés de formation de troisième cycle.

3.2 L'unité d'IRM devrait relever d'un directeur qui possède les compétences nécessaires en visualisation (radiologie ou médecin nucléaire) et une formation spéciale en IRM (section 4.8).

3.3 Le directeur devrait mettre sur pied des programmes de formation à l'intention des médecins, des technologues et des chercheurs dans le domaine de l'IRM.

3.4 Le directeur devrait établir des programmes permanents de contrôle, tant médical qu'économique de cette installation afin de pouvoir en apprécier l'efficacité et la rentabilité.

3.5 Le directeur devrait être chargé d'affecter les ressources nécessaires, tant pour les services cliniques que pour la recherche.

---

1. Une liste des règles générales figure à l'annexe C.

3.6 Afin de favoriser l'exploitation efficace de l'installation d'IRM, il y aurait lieu d'établir un comité de direction qui serait appelé à conseiller le directeur et les responsables de l'hôpital. Ce comité pourrait être formé :

1) d'un spécialiste en visualisation qui représenterait le personnel médical de l'hôpital participant.
2) d'un représentant de l'administration de l'hôpital où se trouve l'installation de RMN.
3) d'un représentant de la Faculté de médecine.
4) d'un chercheur spécialisé en neurologie clinique.
5) d'autres membres du personnel médical au besoin.

3.7 Le directeur et le comité devraient établir des lignes directrices relatives à l'admissibilité et à la sélection des patients ainsi que des politiques concernant l'affectation des ressources pour les services cliniques et la recherche.

3.8 Il faudrait que toutes les lignes directrices et l'exploitation du matériel soient évalués en permanence en fonction de l'évolution du domaine de l'IRM et des besoins locaux à cet égard.

3.9 Les installations d'IRM utilisées actuellement comportent un risque très faible ou nul pour les patients et le personnel de l'hôpital. Les malades porteurs d'un stimulateur cardiaque ou d'un implant contenant du fer peuvent toutefois courir un risque. Il peut donc être nécessaire de prendre des précautions spéciales dans leur cas.

Il ne doit y avoir aucun objet contenant du fer dans le voisinage des installations d'IRM, car ces objets peuvent devenir des projectiles et causer des blessures aux malades ou au personnel et endommager le matériel.

Des recommandations au sujet des mesures de sécurité à prendre lors de l'utilisation du matériel d'IRM sont en voie d'élaboration et paraîtront dans d'autres publications du ministère de la Santé nationale et du Bien-être social[2,3]. Les hôpitaux pourront s'en inspirer au moment d'établir leurs propres règles de sécurité concernant l'utilisation de ces installations.

## 4. PERSONNEL REQUIS

### 4.1 Directeur médical de l'unité

Le médecin responsable devrait être un spécialiste en visualisation qui serait chargé de l'exploitation de l'unité ou de l'application du programme (voir plus haut). Comme la qualité de l'image fournie par l'appareil d'IRM dépend de nombreux paramètres, il importe de bien définir les protocoles de visualisation (séquence des impulsions, paramètres de séquence, plan de visualisation). Pour le moment du moins, le directeur ou un spécialiste en IRM qu'il aura délégué devra consacrer tout son temps à la plupart des études en IRM.

### 4.2 Autre personnel médical

Les médecins spécialisés dans l'examen d'appareils ou de systèmes particuliers de l'organisme (neuroradiologie, radiologie du squelette, radiologie de l'abdomen, radiologie du coeur) peuvent aussi participer à plein temps ou à temps partiel à la réalisation et à l'interprétation des études en IRM en collaboration

---

2. "Lignes directrices sur l'exposition aux champs électromagnétiques provenant d'appareils cliniques à résonnance magnétique", Code de sécurité 26 Direction de l'hygiène du milieu, publication n° 86-DMH-127.

3. "Recommandations visant la prctection des malades et du personnel contre les dangers que peut comporter l'imagerie par RMN", Direction de l'hygiène du milieu, publication n° 85-DHM-124.

avec le directeur de l'unité ou un médecin possédant une formation en IRM qui a été désigné par le directeur.

### 4.3 Technologues

Il faudrait au moins deux technologues par quart de travail pour assurer la permanence et un rendement optimal.

### 4.4 Infirmières

On aura besoin d'infirmières pour les examens pratiqués sur des malades agités ou sur des enfants ayant reçu une forte dose de sédatifs.

### 4.5 Personnel de bureau et personnel auxiliaire

Il faudrait des secrétaires, des commis et des porteurs dont le nombre dépendrait des activités qui se déroulent dans l'unité. On trouve habituellement ces employés dans une unité de visualisation diagnostique.

### 4.6 Physiciens

L'unité devrait disposer d'un physicien médical à plein temps à l'étape de la planification, car l'aménagement de l'unité revêt une importance capitale. Au moment de la livraison de l'appareil, il faudra compter sur ce professionnel pour de nombreuses tâches, notamment l'assurance de la qualité, l'étalonnage de l'appareil, sa mise au point et l'optimisation du rendement. Après la première année, il se peut que ces services ne soient requis qu'à temps partiel.

### 4.7 Services d'entretien et de réparation

Dans la plupart des cas, il sera nécessaire de passer un marché de services avec le fabricant, et les techniciens d'entretien de la compagnie doivent avoir des bureaux dans les environs. Dans certains cas,

le physicien ou le technicien de l'hôpital peuvent assurer des services de dépannage et certains services courants.

### 4.8 Formation du personnel et compétences requises

**Compétences de base**

Personnel médical - Bien que l'IRM s'apparente à d'autres techniques de visualisation, il existe néanmoins des différences importantes, surtout en ce qui concerne les paramètres de fonctionnement et les critères de diagnostic. L'initiation aux techniques d'imagerie par résonance magnétique nucléaire devrait se faire dans le cadre d'un stage pratique dans un centre doté d'un tomographe RMN et par une formation théorique axée sur les principes physiques de cette technique. Le directeur de l'unité devrait être titulaire d'un certificat attestant sa compétence dans un domaine de visualisation (radiologie diagnostique, médecine nucléaire) et devrait avoir les connaissances nécessaires pour comprendre les coupes anatomiques, les principes physiques qui entrent en jeu et les séquences d'impulsions nécessaires pour la réalisation de divers examens. Il devrait en outre avoir l'expérience nécessaire pour bien interpréter les images et pour exploiter cette technique dans le but de résoudre des problèmes cliniques.

Technologues - Les technologues devraient avoir reçu une formation en visualisation et avoir satisfait aux exigences en vigueur établies par les organismes provinciaux compétents et l'ACTRM. Le technologue peut s'initier à la technique d'imagerie par RMN dans le cadre d'un stage pratique dans un centre de consultation où est exploité un appareil d'IRM et être conseillé par des spécialistes en applications travaillant pour le compte du fabricant.

Physiciens - Les physiciens médicaux devraient avoir reçu une formation de deuxième ou de troisième cycle en physique médicale et avoir acquis de l'expérience en visualisation. Ils devraient être inscrit au

tableau du Collège canadien des physiciens en médecine et avoir au moins trois mois d'expérience pratique de l'utilisation de l'IRM.

**Éducation permanente**

Étant donné l'évolution rapide de la technologie de l'IRM, tous les membres du personnel travaillant dans ce domaine doivent recevoir une formation continue.

## 5. MATÉRIEL D'IRM

L'installation d'imagerie par RMN ou de spectroscopie par RMN est constituée de quatre organes essentiels décrits brièvement ci-desous. Les normes techniques précises de ces organes sont des paramètres importants qui devraient être fondés sur les études cliniques qu'on prévoit effectuer à l'aide de ces appareils.

1) Aimant Il faut un aimant de grand diamètre, dont le poids atteint souvent plusieurs tonnes, pour engendrer le champ magnétique statique principal.

2) Système de gradients d'intensité magnétique Il faut plusieurs ensembles de bobines à l'intérieur de l'aimant principal afin de produire les gradients d'intensité magnétique nécessaires à la visualisation.

3) Système d'ondes de radiofréquences Un signal rf est utilisé pour exciter les noyaux à l'étude dans la région de l'organisme qui est visualisée. Lorsque les noyaux sont en état de relaxation, ils émettent de faibles signaux qui sont captés et utilisés pour former une image. Des bobines spéciales de radiofréquences sont utilisées à l'intérieur de l'aimant pour transmettre et recevoir ces signaux.

4) Système de traitement informatique L'ordinateur commande toute le système d'IRM, notamment la reconstruction de l'image, son affichage et sa mise en mémoire.

Le lecteur trouvera dans l'annexe B une description plus détaillée des ces organes du système d'IRM. Il s'agit d'un appareillage lourd, de grandes dimensions, dont la structure électronique est fort complexe.

## 6. RÉPARTITION DE L'ESPACE ET CARACTÉRISTIQUES SPÉCIALES DU PLAN D'AMÉNAGEMENT[4]

Les plans d'aménagement des installations d'IRM évoluent rapidement. Les premiers plans exigeaient de vastes superficies au rez-de-chaussée. On évitait en outre d'employer des matériaux de construction contenant du fer pour ne pas perturber le champ externe autour de l'aimant, tandis qu'aujourd'hui, on aménage les locaux d'IRM en blindant la salle où se trouve l'aimant au moyen de plusieurs tonnes d'acier. On procède ainsi afin de limiter l'étendue du champ magnétique, de réduire la superficie nécessaire et d'éviter de nuire aux activités qui se déroulent dans les locaux avoisinants.

En raison de la simplification des plans d'aménagement et de l'économie d'espace réalisée, la plupart des hôpitaux peuvent maintenant placer les salles d'IRM à l'intérieur ou à proximité des installations existantes. La superficie requise dépend surtout du genre d'aimant choisi, de l'intensité du champ magnétique produit et de la quantité de blindage incorporé dans la structure. Le compromis réalisé

---

4. Des recommandations particulières relatives aux besoins en espace figurent sous la rubrique "Imagerie médicale" dans la série des documents intitulés Méthodes d'évaluation et d'aménagement de l'espace, publiés par la Direction générale des services et de la promotion de la santé, ministère de la Santé nationale et du Bien-être social.

Le compromis réalisé entre les coûts d'implantation, l'aménagement et la superficie dépendent dans une large mesure des conditions locales. Il faut prévoir une superficie d'environ 300 $m^2$ pour une unité d'IRM offrant tous les services bien que l'intervalle soit important entre la plus petite superficie (150 $m^2$) et la plus grande (500 $m^2$).

L'aspect le plus important lors du choix de l'emplacement des locaux d'IRM est l'interaction entre l'aimant et son environnement. Il faudrait procéder à une analyse tridimensionnelle de l'aire entourant l'aimant afin de déterminer l'emplacement d'appareils sensibles à l'intérieur et à l'extérieur de l'unité. Il faudrait calculer l'étendue du champ avoisinant puis la mesurer (Voir 6.3 et 6.4)

Voici une liste d'autres facteurs importants à considérer lors de l'élaboration du plan d'aménagement d'une unité d'IRM.

## 6.1 Aires fonctionnelles

Dans une unité d'IRM,, il faut habituellement prévoir les aires ou locaux énumérés plus bas.

Salle de résonance (ou de balayage)
Salle de contrôle
Salle de l'ordinateur (avec émetteurs de radiofréquences et sources d'alimentation en électricité)
Salle de rédaction des rapports/de consultation (avec un écran de visualisation)
Aire réservée à l'entreposage des cryogènes

La deuxième liste comprend les locaux attenants à l'unité d'IRM. Certains de ces locaux peuvent être partagés avec d'autres services de visualisation, au besoin ou lorsque des aires communes peuvent être aménagées.

Salle de développement des clichés
Salle de contrôle de la qualité
Salle de préparation et d'observation
Salle d'accueil et d'attente des malades
Salle d'entreposage des civières
Locaux d'entreposage (fournitures, bandes magnétiques, pellicules, etc.)
Salles de toilettes

Sont énumérés dans la troisième liste les locaux réservés à d'autres destinations, qui peuvent être partagés avec d'autres services.

Secrétariat et services de transcription
Salle de réunion/bibliothèque/salle de cours
Autres locaux d'entreposage
Bureaux du personnel

### 6.2 Considérations architecturales et accès

Transport du matériel, déchargement et accès à l'unité
Surcharge des planchers (notamment les voies d'accès)
Planchers au niveau
Hauteur des plafonds (surtout dans la salle de résonance et dans les voies d'accès)
Voies d'accès pour les cryogènes
Évacuation des cryogènes (normal et extinction)
Accès contrôlé à la salle de résonance

### 6.3 Protection de l'homogénéité du champ magnétique

Bon nombre de facteurs interviennent pour assurer l'homogénéité du champ magnétique principal. Voici une liste de ceux qui doivent surtout entrer en ligne de compte pour l'aménagement de l'unité :

Emplacement et étendue du blindage d'acier
Autres structures de fer et d'acier
Structures ou objets contenant du fer
Symétrie des structures contenant du fer
Objets mobiles contenant du fer (ascenseurs, appareils de levage et circulation de véhicules à l'intérieur et à l'extérieur de l'établissement.

### 6.4 Protection du milieu environnant contre les champs magnétiques

La destination des locaux entourant l'unité d'IRM dépend de la mesure dans laquelle les champs magnétiques avoisinants peuvent être restreints à l'unité.

### 6.5 Blindage contre les radiofréquences

En général, la bobine réceptrice de l'appareil d'IRM devrait être blindée contre les ondes de radiofréquences venant de l'extérieur. Divers fabricants ont procédé de manière différente pour la conception de ce blindage. Certains ne se sont occupés que du blindage du malade et de la bobine réceptrice alors que d'autres prévoient le blindage de la salle de résonance en entier.

### 6.6 Environnement

Il faudrait aussi tenir compte d'un certain nombre d'autres facteurs en ce qui concerne l'unité d'IRM, notamment les exigences particulières relative à la tension et au courant nécessaires pour assurer le bon fonctionnement de l'aimant et de l'ordinateur rattaché à l'appareil. Le local dans lequel se trouve l'ordinateur doit être bien climatisé et doit être pourvu d'un dispositif permettant de régler le degré d'humidité. Il peut également être nécessaire de prévoir une source d'alimentation en eau de refroidissement et des bouches d'évacuation au sol. Il faut également tenir compte des exigences particulières du local pour les détecteurs et extincteurs d'incendie.

La plupart des fabricants d'appareils d'IRM fournissent des guides détaillés d'aménagement des locaux et des conseils aux hôpitaux pour les aider au cours de l'étape de la planification. Certaines sociétés d'architectes s'initient également au domaine de l'imagerie par RMN. Toutefois, il est souvent difficile de concilier les problèmes du plan d'aménagement et ceux que posent les contraintes d'espace et le mouvement des malades.

On recommande aux hôpitaux d'obtenir des conseils auprès de physiciens chevronnés dans le domaine de l'IRM (par exemple, ceux d'un hôpital qui possède du matériel d'IRM) afin d'optimiser le plan d'aménagement de leurs installations d'IRM, surtout pour qui est du blindage (champ magnétique et ondes rf).

# SPECTROSCOPIE PAR RÉSONANCE MAGNÉTIQUE NUCLÉAIRE

## Introduction

Depuis plusieurs décennies, les chimistes se servent de la spectroscopie par résonance magnétique nucléaire (RMN) pour identifier des composés chimiques. Cette identification est possible grâce aux légères variations du champ magnétique engendrées par l'interaction de l'échantillon avec le champ. Par conséquent, la fréquence du signal émis par l'atome peut être légèrement déplacée selon son environnement. Par exemple, les atomes d'hydrogène de l'alcool éthylique résonneront à des fréquences légèrement différentes selon leur position dans la molécule. L'expression "déplacement chimique" est employée pour désigner les déplacements de fréquence liés à la structure de la molécule qui sont représentés sous la forme d'un spectre dans lequel la concentration de l'atome étudié est déterminée par l'aire sous la courbe. Les chercheurs se servent habituellement d'aimants puissants de petit diamètre engendrant un champ magnétique d'une intensité de 6 à 10 teslas qui permettent l'introduction d'éprouvettes seulement.

Au cours des dernières années, la mise sur le marché d'aimants de plus grand diamètre a permis l'étude de l'organisme humain. Il est maintenant possible de surveiller à l'aide d'une technique non invasive le déroulement d'un certain nombre de processus physiologiques et biochimiques et d'observer des atomes autres que l'hydrogène, certes celui qui présente le plus d'intérêt en imagerie. La technique est beaucoup moins sensible aux noyaux autres que celui de l'hydrogène, surtout en raison du fait que leur concentration dans l'organisme est bien inférieure à celle de l'hydrogène.

| Substance | Noyau | Sensibilité |
|---|---|---|
| Hydrogène | $^{1}H$ | 1,0 |
| Carbone | $^{13}C$ | $1,8 \times 10^{-4}$ |
| Azote | $^{14}N$ | $1,0 \times 10^{-3}$ |
| Azote | $^{15}N$ | $3,9 \times 10^{-6}$ |
| Oxygène | $^{17}O$ | $1,1 \times 10^{-5}$ |
| Fluor | $^{19}F$ | $8,3 \times 10^{-1}$ |
| Sodium | $^{23}Na$ | $9,3 \times 10^{-2}$ |
| Phosphore | $^{31}P$ | $6,6 \times 10^{-2}$ |

Les exigences relatives à la spectroscopie par RMN sont beaucoup plus rigoureuses que celles de l'IRM. De fait, pour la spectroscopie par RMN, il faut un champ magnétique beaucoup plus intense que pour l'IRM. Il existe actuellement des prototypes d'appareils d'IRM munis d'aimants qui produisent un champ de 4 teslas et l'on étudie la possibilité d'engendrer des champs encore plus puissants. Les problèmes de sécurité se multiplient au fur et à mesure que l'intensité du champ augmente. Il faut évaluer les progrès réalisés dans le domaine de la spectroscopie RMN à la lumière de l'amélioration des données physiologiques fournies avant de décider quelle est la meilleure configuration d'instruments à choisir.

## Protocole clinique

Les avantages cliniques de la spectroscopie par RMN seraient énormes si l'on arrivait à surmonter les difficultés techniques. À titre d'exemple, mentionnons que le spectre de l'hydrogène peut être traité de telle sorte qu'on puisse identifier les pics individuels attribuables à des métabolites discrets. De tels spectres obtenus lors de l'examen du cerveau font ressortir la présence d'acide lactique dans les tissus ischémiés, état qu'il est possible de traiter lorsqu'on parvient à rétablir une circulation normale du sang. Les spectres du phosphore normalement présent dans l'organisme mettent en évidence les composés riches en énergie dans lesquels est emmagasinée l'énergie métabolique. Le C-13 et le F-19 peuvent être employés comme traceurs de substrats

importants sur le plan du métabolisme. La spectroscopie par RMN du NA-23 et du K-39 peuvent fournir des renseignements au sujet du transport de ces éléments d'un compartiment cellulaire à l'autre.

## Instruments et programmes

Comme on ne connaît pas encore la configuration optimale des instruments ou les applications de la spectroscopie par RMN, il ne faudrait pas envisager cette technique lors de l'implantation d'une installation d'IRM. S'il y a des projets précis au sujet d'études spectroscopiques, les caractéristiques nécessaires à la spectroscopie pourraient avoir des conséquences défavorables sur la réalisation efficace d'images et vice versa. Il faudrait donc constituer une équipe pluridisciplinaire qui serait chargée d'évaluer l'utilisation de la spectroscopie par RMN et le matériel.

## MATÉRIEL D'IMAGERIE PAR RÉSONANCE MAGNÉTIQUE NUCLÉAIRE

Les organes essentiels d'une appareil d'IRM sont illustrés dans la Figure A.1 et décrits brièvement ci-dessous. Bien que certains détails puissent varier selon l'application médicale envisagée, cet exposé général vaut pour tous les systèmes d'IRM et tous les organes essentiels des appareils de spectroscopie par RMN.

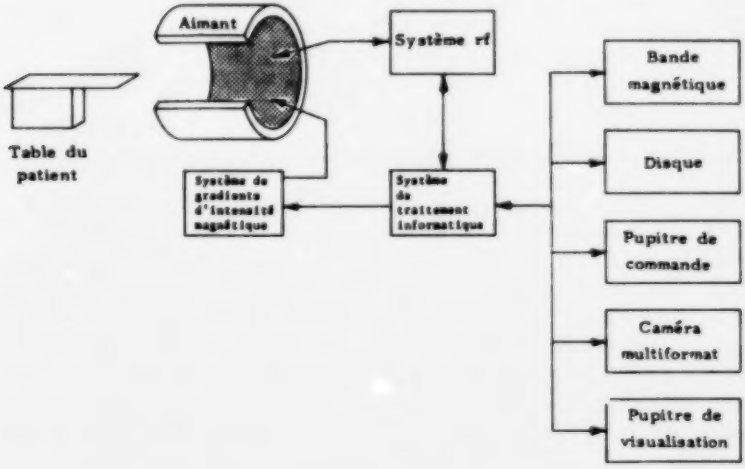


Figure A.1

## Aimant

Il faut un aimant de grand diamètre pour engendrer le champ magnétique statique principal. L'intervalle d'intensité des champs magnétiques produits dans les appareils d'IRM utilisés à des fins cliniques oscille entre 0,15 à 2,0 teslas, ce qui correspond à des ondes radio de 6 à 80 MHz. Le choix de l'intensité du champ magnétique et du type d'aimant devrait être fondé sur les études cliniques particulières à effectuer et sur des facteurs liés à l'emplacement.

## Système de gradients d'intensité magnétique

Afin que des images soient formées, trois ensembles de bobines ou plus produisent des gradients le long des trois axes orthogonaux x, y et z. Les bobines sont alimentées par des excitateurs distincts à courant élevé commandés par ordinateur.

## Système de radiofréquences

Le système de radiofréquences excite les noyaux étudiés (en l'occurrence, les noyaux d'hydrogène dans le cas de la visualisation) de manière uniforme dans toute la région de l'organisme qui est visualisée. L'excitation est habituellement produite en très peu de temps par un émetteur très puissant d'ondes radio. Les signaux émis ensuite par les noyaux lorsqu'ils sont en état de relaxation servent à produire l'image et sont captés de la manière la plus sensible possible. Des bobines ou antennes de formes et de tailles diverses sont fixés sur la face intérieure de l'aimant pour remplir ces fonctions. Il arrive souvent qu'on utilise qu'une seule bobine émettrice avec plusieurs bobines réceptrices différentes optimisées pour différentes régions du corps. Une seule bobine peut être employée pour l'excitation et la détection ou captation. La structure des bobines dépend dans une large mesure de la fréquence des ondes radio et certaines bobines sont tellement sensibles qu'il faut les moduler pour chaque patient, opération qui peut être commandée par ordinateur dans certains appareils d'IRM.

Les bobines génératrices de radiofréquences doivent être très stables et engendrer des impulsions bien formées qui sont utilisées avec les gradients d'intensité magnétique pour exciter les noyaux d'atomes situées dans des régions précises du corps du patient. La bobine réceptrice de radiofréquences est conçue pour être le plus sensible possible, étant donné que le signal de résonance est extrêmement faible.

Système informatique

Le système informatique remplit quatre fonctions principales, tout en commandant l'appareil d'IRM :

1. Acquisition

Au cours de l'étape d'acquisition de l'image, le système informatique commande la séquence d'ondes radio et les impulsions des gradients d'intensité et convertit en données numériques les signaux amplifiés captés par la bobine réceptrice. De cette façon, il est possible d'accumuler une quantité considérable de ces données. Une seule image exige habituellement 256 signaux complets dont chacun est numérisé en 256 valeurs d'amplitude pouvant comprendre jusqu'à 16 bits, ce qui correspond à environ 0,128 méga-octets de données par image, les données de coupes multiples étant couramment employées pour réaliser 10 ou 20 images à la fois (1 ou 2 méga-octets de données).

2. Reconstitution de l'image

Les données servant à la reconstitution font normalement l'objet d'un traitement mathématique au fur et à mesure de leur acquisition et sont mémorisées temporairement sur un disque. Le traitement est effectué par un dispositif spécial ultra-rapide appelé processeur vectoriel. Lorsqu'on a obtenu toutes les données nécessaires à la reconstitution de l'image, on se sert de nouveau du processeur vectoriel pour calculer l'image finale, opération dont la durée est de quelques secondes par image. Les images sont aussi mémorisées temporairement sur disque.

## 3. Affichage des images

Les images sont affichées par le système informatique sur l'écran du pupitre de commande et sur l'écran de visualisation qui sont tous les deux munis de commandes interactives permettant à l'opérateur de comparer les images et d'en régler le contraste et la luminosité. Les images sont habituellement photographiées à l'aide d'un appareil multiformat en vue de leur interprétation et de leur archivage ultérieurs. Une seule pellicule peut contenir plusieurs images.

## 4. Archivage des images et autres applications

Le système informatique est doté d'une mémoire à disques de 500 à 1000 méga-octets qui permet le stockage temporaire des données et des images reconstituées. La charge de travail courante que représentent les études cliniques est telle que la mémoire est remplie après un ou deux jours seulement. On se sert d'un dérouleur de bande magnétique pour extraire les images de la mémoire temporaire à disques pour les conserver à des fins d'archivage.

Le système informatique comporte souvent des périphériques destinés à en améliorer l'exploitation et l'entretien. On utilise également d'autres terminaux et imprimantes ainsi que des petits disques pour le logiciel diagnostique et des portes de communication téléphonique.

## ORGANISATION ADMINISTRATIVE - PROGRAMMES ET MÉTHODES

Les normes quant à l'administration, aux politiques et aux procédures des programmes* dans les hôpitaux ont été formulées à la suite d'une revue des publications provinciales, nationales et internationales traitant du sujet. Il serait souhaitable que ce schéma serve de guide à l'élaboration de politiques plus complètes et spécifiques de façon à assurer les meilleurs soins possible aux malades.

### I. RÔLE ET OBJECTIFS

- Rôle et objectifs des programmes dans les hôpitaux

- Catégorie de malades soignés
  - selon le diagnostic ou l'état du malade
  - restrictions dans le service au malade s'il y a lieu (ex. : malades en phase terminale)

- Aspects du programme offerts

### II. ORGANISATION DU SERVICE

- Responsabilité du conseil d'administration

- Relation entre l'administration et le personnel médical

- Gestion du service

  (i) Responsabilités du personnel
  - Directeur
  - Médecins

* Services ou unités.

- Personnel affecté directement au soin des malades
- Autre personnel (administratif, technique et autre)

(ii) Comités
- Membres selon la discipline à laquelle ils appartiennent, et le nombre
- Mandat à définir
- Prévisions en vue de la disponibilité de consultants (médecins et autres membres du personnel médical)
- Calendrier des réunions régulières et spéciales

## III. POLITIQUES DE GESTION

### 1. Généralités

- Responsabilité de l'admission des malades (identification des personnes responsables)
- Critères d'admission :
  - État de santé du malade
  - Le diagnostic
- Politiques et prévision ayant trait à la sortie des malades
- Procédures servant à autoriser les (nouvelles) demandes de médicaments et de traitement
- Ordonnances de routine dans les cas d'admission d'urgence
- Délégation d'autorité et de responsabilité au personnel (médecins, infirmières ou autres) en cas d'urgence
- Code de déontologie
- Méthodes à suivre en cas d'urgence, y compris les cas de réanimation cardio-respiratoire
- Méthodes pour combattre les infections et méthodes d'isolement
- Durée de séjour selon le diagnostic
- Ordonnances médicales

- Soins palliatifs, détermination du moment du décès, autorisation de faire des autopsies, façons de disposer des cadavres
- Dossiers, rapports et diagrammes des malades
- Consultations (obligatoires et autres), orientation, transfert et suivi des malades
- Recherche et études cliniques
- Ordonnances de routine à l'admission
- Surveillance de l'utilisation

**2. Personnel**

- Critères pour accorder des privilèges au personnel médical ou clinique
- Précision du rôle respectif des étudiants et des surveillants, y compris la responsabilité et l'autorité
- Rôle joué par les médecins et le reste du personnel dans le service
- Orientation et éducation permanente
- Évaluation du rendement
- Description des postes
- Critères du choix du personnel : formation, expérience, champs d'intérêt
- Bénévoles

**3. Malades**

- Confidentialité
- Consentement au traitement
- Participation de la famille
- Éducation du malade et de la famille
- Identification du malade
- Droits du malade
- Objets de valeur, biens et effets personnels du malade
- Privilèges quant aux visites

**4. Sécurité**

- Entretien et sûreté de l'appareillage
- Plans et procédures d'isolement associées en cas d'incendie ou de sinistre

- Procédures de recherche lorsque des patients manquent et évaluation des risques
- Compte rendu des accidents et des incidents
- Sécurité et prévention des accidents
- Utilisation de contraintes

**5. Contrôle de la qualité**

- Enquêtes courantes et rétrospectives sur les soins donnés par les médecins et les infirmières
- Évaluation continuelle de l'efficacité du service
- Évaluation du rendement des employés
- Compte rendu des incidents
- Lutte aux infections
- Étude sur la morbidité et la mortalité
- Étude sur les soins dispensés aux malades
- Évaluation de l'état du malade lors de l'admission et de la sortie
- Contrôle interne de la qualité
- Normes professionnelles
- Utilisation et évaluation des produits et de l'appareillage

## IV. PROCÉDURES

- Techniques de soins électives
- Techniques et procédures en cas d'alerte
- Méthodes de tenue des dossiers médicaux et de compilation des données statistiques
- Manuels des politiques et procédures

## LISTE DES GUIDES RÉLATIFS AUX UNITÉS/ PROGRAMMES INSTITUTIONNELS

Les guides suivants ont été établis sous l'égide du Sous-comité fédéral-provincial sur les guides relatifs aux programmes institutionnels, à la demande du Comité consultatif fédéral-provincial des services en établissement et des services médicaux, à Ottawa. Quelques-uns de ces guides sont des versions mises à jour des normes déjà publiées par le Sous-comité.

Centre de transplantation d'organes vitaux
Établissements de soins prolongés pour adultes
Hôtellerie pour malades
Imagerie par résonance magnétique
La réutilisation des articles jetables
Laboratoire de la fonction respiratoire
La réutilisation des articles jetables
Programme aux néphrapathies dans les hôpitaux
Services cardio-vasculaires dans les hôpitaux
Services de soins palliatifs dans les hôpitaux
Services de toxicomanie dans les hôpitaux
Services de visualisation du sein : mammographie
Services d'urgence préhospitaliers
Services et systèmes de visualisation diagnostique: Vue d'ensemble
Services hospitaliers de don d'organes et de tissus
Services prolongés pour enfants et adolescents
Soins pour enfants et adolescents dans les hôpitaux généraux
Soins psychiatriques aux adultes dispensés par les hôpitaux généraux
Soins psychiatriques pour enfants et adolescents dispensés par les hôpitaux généraux
Unité de chirurgie de jour
Unité de d'échodiagnostic dans les hôpitaux
Unité d'inhalothérapie
Unité de médecine de jour dans l'hôpital
Unité de médecine nucléaire
Unité de médecine physique et de réadaptation
Unité de soins aux brûlés
Unité de soins dentaires en milieu hospitalier
Unité de soins de jour pour diabétiques

Unité de soins intensifs (réanimation)
Unité de soins intensifs périnatals
Unité de tomodensitométrie
Unité de traitement des lésions de la moelle épinière
Unités de gériatrie - hôpitaux de jour pour personnes âgées
Unités de traitement des accidents cerebro-vasculaires
Unités d'urgence dans les hôpitaux